

Quick Search

Advanced Search

Number Search

Last Results

My patents list

Classification Search

Get assistance

Quick help

Why are some jobs deactivated by certain documents?

Why does a list of documents with the heading "Also published as" sometimes appear, and what are these documents?

What does A1, A2, A3 and B stand for after an EP publication number in the "Also published as" list?

What is a cited document?

Why do I sometimes find the abstract of a corresponding document?

Why are the abstracts available by XP documents?

What is a message?

Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator

Publication number: DE 1991 8993

Publication date: 2000-09-28

Inventor: HILLE PETER (DE)

Applicant: DAIMLER-CHRYSLER AG (DE)

Classification: F01D5/04, G01D5/20, F01L9/04, G01D5/12, IPC1:7, F01L7/08

International: F01D5/04, G01D5/20, F01L9/04, G01D5/12, F01L9/04, G01D5/20, F01D5/20B2

European: F01D5/04, G01D5/20, F01D5/20B2

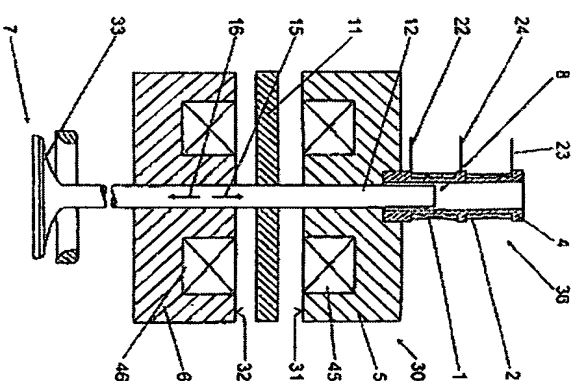
Application number: DE 1991 018993 19990427

Priority number(s): DE 1991 018993 19990427, DE 1991 012889 19990323

View INPADOC patent family

Abstract of DE19918993

The invention relates to a device with an electromagnetic actuator for actuating a control unit that can be displaced in a longitudinal direction. The inventive device comprises at least one electromagnet which directly or indirectly acts upon the control unit. The position of the control unit can be measured by means of a first separate measuring coil of an inductive displacement sensor. According to the invention, at least a second separate measuring coil is arranged in the area of the first separate measuring coil. Disturbances can be compensated for by means of said second measuring coil using a corresponding evaluation circuit.



Data supplied from the esp@cent database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 18 993 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 F 7/08

②① Aktenzeichen: 199 18 993.5
②② Anmeldetag: 27. 4. 1999
②③ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 18 993 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
199 12 989. 4 23. 03. 1999

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Hille, Peter, Dr.-Ing., 64293 Darmstadt, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 197 39 840 A1
DE 197 24 076 A1
DE 42 08 367 A1
DE 32 41 521 A1
DE 29 30 995 A1
MARCIC, M., In: tm-Technisches Messen, Bd. 66
(1999), H. 1, S. 30-34;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator

⑤⑦ Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines in Längsrichtung verschiebbaren Stellorgans, der mindestens einen Elektromagneten besitzt, der direkt oder indirekt auf das Stellorgan wirkt, wobei die Position des Stellorgans mittels einer ersten separaten Meßspule eines induktiven Wegsensors meßbar ist.

Es wird vorgeschlagen, daß im Bereich der ersten separaten Meßspule zumindest eine zweite separate Meßspule angeordnet ist, mit der Störgrößen durch eine entsprechende Auswerteschaltung kompensierbar sind.

DE 199 18 993 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektromagnetische Aktuatoren zur Betätigung eines verschiebbaren Stellorgans besitzen in der Regel mindestens einen Schaltmagneten, der über einen dem Stellorgan zugeordneten Anker Betätigungskräfte auf das Stellorgan ausübt.

Das Stellorgan tritt in Wirkverbindung mit Zu- oder Ableitungen oder Zu- oder Abführkanälen zugeordneten Öffnungsquerschnitten und dienen zur durch den Schaltmagneten gesteuerten (dosierten) Freigabe und/oder zum Schließen der Öffnungsquerschnitte, insbesondere zur Steuerung der Durchflußzeiten, Durchflußmengen, Durchströmzeiten und/oder Durchströmmengen eines Mediums durch die Öffnungsquerschnitte. Zur Erhöhung der Genauigkeit der Steuerung der Volumina der strömenden Medien ist eine exakte Ermittlung der Position des Stellorgans notwendig, da Abweichungen von den Sollpositionen beispielsweise auf unzureichenden Verschuß der Öffnungsquerschnitte zurückführbare Leakageströme oder ein vorzeitiges Schließen der Öffnungsquerschnitte zur Folge haben.

Derartige Vorrichtungen werden beispielsweise in Verbindung mit elektromagnetischen Aktuatoren zum Betätigen von Gaswechselventilen einer Brennkraftmaschine verwendet. Diese besitzen in der Regel zwei Schaltmagnete, einen Öffnungsmagneten und einen Schließmagneten, zwischen deren Polflächen ein Anker koaxial zu einer Ventilachse verschiebbar angeordnet ist. Der Anker wirkt direkt oder über einen Ankerstößel auf einen Ventilschaft des Gaswechselventils. Bei Aktuatoren nach dem Prinzip des Massenschwingers wirkt ein vorgespannter Federmechanismus auf den Anker. Als Federmechanismus dienen meist zwei vorgespannte Druckfedern, von denen eine obere Ventilfeeder das Gaswechselventil in Öffnungsrichtung und eine untere Ventilfeeder in Schließrichtung belastet. Bei nicht erregten Magneten wird der Anker durch die Ventilfeeder in einer Gleichgewichtslage zwischen den Magneten gehalten. Wird der Aktuator beim Start aktiviert, wird entweder der Schließmagnet oder der Öffnungsmagnet kurzzeitig übererregt oder der Anker mit einer Anschwingroutine mit seiner Resonanzfrequenz angeregt, um aus der Gleichgewichtslage angezogen zu werden. In geschlossener Stellung des Gaswechselventils liegt der Anker an der Polfläche des erregten Schließmagneten an und wird von diesem gehalten. Der Schließmagnet spannt die in Öffnungsrichtung wirkende Ventilfeeder weiter vor. Um das Gaswechselventil zu öffnen, wird der Schließmagnet ausgeschaltet und der Öffnungsmagnet eingeschaltet. Die in Öffnungsrichtung wirkende Ventilfeeder beschleunigt den Anker über die Gleichgewichtslage hinaus, so daß dieser von dem Öffnungsmagneten angezogen wird. Der Anker schlägt an die Polfläche des Öffnungsmagneten an und wird von dieser festgehalten. Um das Gaswechselventil wieder zu schließen, wird der Öffnungsmagnet ausgeschaltet und der Schließmagnet eingeschaltet. Die in Schließrichtung wirkende Ventilfeeder beschleunigt den Anker über die Gleichgewichtslage hinaus zum Schließmagneten. Der Anker wird vom Schließmagneten angezogen, schlägt auf die Polfläche des Schließmagneten auf und wird von diesem festgehalten. Von Beginn an nicht berücksichtigte, sich über der Zeit und/oder während des Betriebs verändernde Größen, wie beispielsweise Fertigungstoleranzen einzelner Bauteile, Wärmedehnungen unterschiedlicher Materialien, differierende Federsteifigkeiten der oberen und der unteren Ventilfeeder, sowie Setzerscheinungen durch Alterung der Ventilfeeder usw., können dazu führen, daß die durch die Ventilfeeder bestimmte Gleichge-

wichtslage nicht mit einer energetischen Mittenlage zwischen den Polflächen übereinstimmt bzw. nicht eine bestimmte Position aufweist. Ferner können derartige Größen und Verschleiß an den Ventilsitzen dazu führen, daß der Anker an der Polfläche des Schließmagneten anliegt, bevor das Gaswechselventil vollständig schließt. Heiße Brenngase, die über nicht dicht schließende Ventile abströmen, zerstören die Ventilsitze. Andererseits ist es durch unterschiedliche Wärmedehnungen möglich, daß der Anker bei geschlossenem Gaswechselventil nicht mehr vollständig an der Polfläche des Schließmagneten zum Anliegen kommt, so daß der Energiebedarf des Schließmagneten stark zunimmt. Ferner ist mit diesem Vorgang in der Regel ein reduzierter Öffnungshub des Gaswechselventils verbunden, so daß die Drosselverluste beim Ladungswechsel zunehmen und sich der Wirkungsgrad verschlechtert.

Aus der DE 196 31 909 A1 ist ein Verfahren zum Justieren der Ruhelage des Ankers an einem elektromagnetischen Aktuator bekannt, wie er beispielsweise an Kolbenbrennkraftmaschinen eingesetzt wird, um Gaswechselventile zu betätigen. Die Ruhelage entspricht einer Gleichgewichtslage, die sich bei stromlosen Magneten aus der Vorspannung der Ventilfeeder ergibt. Bei dem Verfahren wird ausgenutzt, daß die Lage des Ankers zwischen den Magneten einen Einfluß auf die Induktivität der Spulen der Elektromagneten hat. Die Induktivität der beiden Spulen der Elektromagneten wird gemessen und aus dem Vergleich der beiden gemessenen Induktivitätswerte die Stellung des Ankers in der Gleichgewichtslage in bezug auf die Polflächen der Elektromagneten abgeleitet. Bei der Messung befindet sich der Anker in der Gleichgewichtslage; es ist aber auch möglich, die Induktivität des jeweiligen Elektromagneten bei anliegendem Anker zu messen und den Meßwert und/oder die Differenz beider Meßwerte mit einem vorgegebenen Wert zu vergleichen und dadurch einen Korrekturwert für ein Stellsignal abzuleiten. Der Anker kann während der Messung über mechanische Mittel und/oder über einen Haltestrom an dem betreffenden Elektromagneten anliegend gehalten werden.

Bewegt sich der Anker von der Polfläche eines der Elektromagneten weg, nimmt die Induktivität stark nichtlinear ab. Ferner sind die Spulen der Elektromagneten in erster Linie zur Betätigung des Ankers bzw. des Gaswechselventils ausgelegt. Während des Betriebs des Aktuators treten große Ströme, große Spannungssprünge und starke Magnetfelder auf, die zu starken Störsignalen führen würden, wodurch das Verfahren nicht geeignet ist, die Lage des Ankers während des Betriebs zu erfassen bzw. die Mittenlage des Ankers während des Betriebs zu korrigieren.

In der JP 07 224 624 A ist ein Aktuator mit Elektromagneten beschrieben, die jeweils zu einer Spule zur Betätigung eines Gaswechselventils eine zusätzliche Meßspule aufweisen. Die Meßspulen sind im radial inneren Bereich der Betätigungsspulen angeordnet und werden wie bei der beschriebenen Lösung in der DE 196 31 909 A1 durch die Stellung des Ankers beeinflusst. Die Induktivität nimmt mit der Entfernung des Ankers von den Meßspulen stark nichtlinear ab. Ferner sind die Meßspulen während des Betriebs starken Magnetfeldern der Betätigungsspulen ausgesetzt.

Um jedoch gezielt, insbesondere während des Betriebs, in die Steuerung der Elektromagneten eingreifen zu können und/oder die Mittenlage durch Stellmechanismen unterschiedlichen Randbedingungen anpassen zu können, beispielsweise an unterschiedliche Betriebstemperaturen, an unterschiedliche Viskositäten des Öls, an unterschiedliche Fahrkonzepte und Fahrstrategien usw. und um dadurch den Verschleiß und Energieverbrauch zu reduzieren und die Leistung beispielsweise einer Brennkraftmaschine zu maximieren, sollte während des Betriebs des Aktuators die Position

des Ankers und/oder die Position des Gaswechselventils schnell und genau erfaßt werden können.

Aus der DE 197 39 840.5-13 ist eine gattungsbildende Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator bekannt. Zur induktiven Positionsmessung ist am Ende eines Ankerschafts eine separate Meßspule eines Wegsensors angeordnet. Je nach Stellung des Ankers taucht der Ankerschaft weiter oder weniger weit in die Spule ein. Die Induktivität der Spule verändert sich und ist ein Maß für die Position des Ankers.

Vergleichbare Probleme treten bei weiteren mittels elektromagnetischer Aktuatoren betätigbaren Stellorganen, beispielsweise elektrohydraulischen Ventilen, auf.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung mit einem Aktuator zur Betätigung eines in Längsrichtung verschiebbaren Stellorgans zu schaffen, bei der die Stellung des Stellorgans während des Betriebs des Aktuators möglichst schnell, möglichst genau oder möglichst störungsfrei erfaßt werden kann.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht aus von einer Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines in Längsrichtung verschiebbaren Stellorgans. Zur induktiven Positionsmessung ist ein mit dem Anker fest verbundenes Bauteil in einer separaten Meßspule eines Wegsensors verschiebbar.

Es wird vorgeschlagen, daß im Bereich der ersten separaten Meßspule zumindest eine zweite separate Meßspule angeordnet ist, mit der Störgrößen durch eine entsprechende Auswertschaltung kompensierbar sind. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß auf die im Bereich der ersten Meßspule angeordnete zweite Meßspule im wesentlichen die gleichen Störgrößen wirken wie auf die erste Meßspule, wie Temperaturschwankungen, Magnetfelder usw., wodurch diese kompensiert werden können. Dies kann beispielsweise durch Bildung des Quotienten von zwei an den Spulen abgegriffenen Spannungen, durch Bildung der Differenz der zwei Spannungen zu einer angelegten Spannung, durch Bildung des Verhältnisses jeweils des Quotienten der abgegriffenen Spannung zur angelegten Spannung usw. erreicht werden. Wird die angelegte Spannung auf eine feste, bekannte Größe eingestellt, kann die Bildung des Quotienten mit der angelegten Spannung durch eine Multiplikation mit einem festen Faktor ersetzt werden.

Besitzen die Meßspulen die gleichen Abmessungen und/oder sind auf die gleiche Weise, aus den gleichen Materialien hergestellt, führen die Störgrößen zu gleichen Wirkungen in den Meßspulen und können dadurch besonders vorteilhaft kompensiert werden.

In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, die Meßspulen von jeweils einer spulenförmig aufgetrennten stromleitenden, insbesondere metallischen Schicht zu bilden. Die Meßspulen können dadurch mit einer besonders hohen Reproduzierbarkeit kostengünstig hergestellt werden. Die stromleitende Schicht kann mit einem mechanischen Werkzeug oder vorzugsweise mit einem Laser aufgetrennt werden und ist vorteilhaft auf einem Keramikträger aufgebracht. Der Keramikträger kann kostengünstig mit besonders genauen Maßen hergestellt werden und ist besonders formstabil und temperaturunempfindlich.

Um zusätzliche Bauteile, Montageaufwand, Kosten und insbesondere um Toleranzen zwischen zwei getrennten Bauteilen zu vermeiden, sind die Spulen vorteilhaft auf einem gemeinsamen Träger aufgebracht.

Durch die Verschiebung eines mit dem Anker verbundenen Bauteils in separaten Meßspulen wird eine lineare, kon-

tinuierliche und schnelle Erfassung der Position des Ankers und/oder des Gaswechselventils während des Betriebs des Aktuators ermöglicht. Ferner können die separaten Meßspulen vorteilhaft innerhalb eines im wesentlichen magnetfeldfreien Bereichs der Elektromagneten angeordnet werden. Hier bietet sich vorteilhaft an, die Meßspulen im Bereich des dem Stellorgan fernen Endes eines Ankerschafts oder eines Ventilschafts anzuordnen. Die Meßspulen können dadurch, insbesondere bei Brennkraftmaschinen vorteilhaft mit einem großen Abstand von einem Brennraum und von Spulen der Elektromagneten angeordnet werden. Störgrößen können in ihrer Wirkung auf die Meßspulen geschwächt und zumindest teilweise vermieden werden.

Um zusätzliche Bauteile, Montageaufwand, Kosten und insbesondere zusätzliche Verbindungsstellung zu vermeiden, ist das mit dem Anker verbundene Bauteil einstückig mit dem Ankerschaft oder mit dem Ventilschaft eines Gaswechselventils ausgeführt. Grundsätzlich können jedoch auch zusätzliche, mit dem Anker fest verbundene Bauteile zur Positionsmessung verwendet werden, beispielsweise um einen größeren Abstand vom Brennraum und/oder von den Spulen der Elektromagneten zu erreichen.

Die zweite Meßspule kann im unmittelbaren Bereich der ersten Meßspule oder in einem Bereich angeordnet sein, in dem vergleichbare Verhältnisse herrschen wie bei der ersten Meßspule. Die zweite Meßspule kann je nach vorhandenem Bauraum neben oder axial hinter der ersten Meßspule in unterschiedlichen Ausrichtungen angeordnet sein, beispielsweise quer zur ersten Meßspule, koaxial usw. In einer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Meßspulen in Bewegungsrichtung des Ankers koaxial hintereinander angeordnet sind und der Ankerschaft oder der Ventilschaft am Stellorgan fernen Ende in axialer Richtung zumindest einen Bereich mit einer großen und zumindest einen Bereich mit einer kleinen Querschnittsfläche aufweist und in beide Meßspulen eintaucht. Es können vorteilhaft beide Meßspulen beeinflusst und verschiedene Übertragungskennlinien der induktiven Messung erreicht werden. Meßbereiche, die besonders unempfindlich gegenüber Störungen sind, können auf bestimmte Stellungen des Stellorgans ausgerichtet werden. Beispielsweise ist die Empfindlichkeit gegenüber Störungen besonders klein, wenn die Differenz von zwei an den Meßspulen abgegriffenen Spannungen null ist. Bei Gaswechselventilen für Brennkraftmaschinen kann dadurch der Meßbereich so eingestellt werden, daß er im Bereich der Mittenlage des Ankers zwischen den Polflächen der Elektromagneten oder kurz vor den Polflächen der Elektromagneten besonders unempfindlich ist gegenüber Störgrößen und die Position besonders genau erfaßt werden kann. Ferner können durch unterschiedliche Querschnittsflächen von der Mittenlage eines Gaswechselventils symmetrische Übertragungskennlinien des Sensors erreicht und gleichzeitig bei vorgegebener Ankerschaftlänge bzw. Ventilschaftlänge die Meßspulen weiter in Richtung Stellorgan angeordnet und Bauraum eingespart werden.

Um möglichst die gesamte Geometrie der Meßspulen nutzen zu können, ist vorteilhaft der Bereich mit der großen Querschnittsfläche gleich lang wie jeweils die Meßspulen.

Grundsätzlich können die Meßspulen separat mit einer Spannung beschaltet und ausgewertet werden. Vorteilhaft sind jedoch die Meßspulen als Spannungsteiler mit einem ersten Anschluß für die erste Meßspule, einem zweiten Anschluß für die zweite Meßspule und einem gemeinsamen Anschluß zusammengeschaltet. Es kann ein Abgriff gespart und insbesondere können die Störgrößen weitgehend direkt an den Meßspulen kompensiert werden.

In einer Ausgestaltung wird ferner vorgeschlagen, einen Kondensator parallel zur ersten und zur zweiten Meßspule

an den ersten Anschluß und an den zweiten Anschluß zu schalten, dessen Kapazität so gewählt ist, daß sich ein Resonanzkreis mit einer Resonanzfrequenz einstellt, die der Frequenz einer am ersten und am zweiten Anschluß angelegten Spannung entspricht. Die Energiespeicherfähigkeit des Kondensators und der Meßspulen können dadurch genutzt und die aufgenommene Leistung kann minimiert werden. Ferner kann der Wegsensor bei gering aufgenommener Leistung mit einer relativ hohen Wechselspannung betrieben werden, beispielsweise mit 1 Volt, wodurch vorteilhaft große, gut erfaßbare Meßwerte erreicht werden können, ca. 0,3 Volt.

Um die Impedanz der Anordnung bei Resonanzfrequenz und somit die Empfindlichkeit gegenüber Schwankungen der angelegten Spannung zu reduzieren, wird vorteilhaft zumindest ein Widerstand parallel zur ersten und zur zweiten Meßspule an den ersten Anschluß und an den zweiten Anschluß geschaltet. Ferner wird vorteilhaft die Spannung am gemeinsamen Anschluß der Meßspulen vor einem Synchrongleichrichter direkt oder indirekt auf einen Vorfilter geführt, wodurch vorteilhaft Störanteile gedämpft werden können, die weit oberhalb und/oder weit unterhalb einer Betriebsfrequenz liegen.

Je weiter das Bauteil in die Meßspule eintaucht, desto stärker wird eine an der Meßspule abgreifbare Spannung abgeschwächt. Bekanntermaßen ergeben sich in Randbereichen der Meßspule weniger starke Änderungen der Induktivität als im mittleren Bereich. Um möglichst eine lineare Beziehung zwischen der Ausgangsgröße der Messung und dem Weg bzw. der Position des Ankers zu erhalten, wird vorteilhaft die Meßspule länger ausgeführt als die zu messende Strecke. Ferner kann eine möglichst lineare Beziehung erreicht werden, indem zumindest die erste Meßspule zu den Enden hin mit einer dichteren Wicklung ausgeführt und/oder auf einen Träger aufgebracht ist, dessen Durchmesser zu den Enden der Meßspule abnimmt.

Die erfindungsgemäße Lösung kann bei Aktuatoren für verschiedene Einsatzbereiche angewendet werden. Beispielsweise wird sie bei Brennkraftmaschinen angewendet, da sie besonders unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen und Verschmutzung ist, beispielsweise durch Ölnebel, Verbrennungsrückstände usw.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigt:

Fig. 1 einen schematisch dargestellten Schnitt durch einen Aktuator einer elektromagnetischen Ventilsteuerung,

Fig. 2 einen Schaltplan,

Fig. 3 einen Ausschnitt einer Auswertschaltung,

Fig. 4 einen Ausschnitt einer Variante nach Fig. 1,

Fig. 5 eine Variante nach Fig. 4 und

Fig. 6 einen Aktuator eines Proportionalventils.

Fig. 1 zeigt als ein Einsatzbeispiel einen schematisch dargestellten Schnitt durch einen elektromagnetischen Aktuator 30 zur Betätigung eines in Längsrichtung 15, 16 verschiebbaren Ventiltellers 33 eines Gaswechselventils 7 einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Der Aktuator 30 besitzt zwei Elektromagnete 5, 6 mit jeweils einer Spule 45, 46, zwischen deren Polflächen 31, 32 ein Anker 11 verschiebbar angeordnet ist, der über einen Ventilschaft 12 des Gaswechselventils 7 auf den Ventilteller 33 wirkt. Möglich ist auch, daß der Anker 11 über einen Ankerschaft auf einen Ventilschaft des Gaswechselven-

tils wirkt. Ferner wirkt auf das Gaswechselventil 7 bzw. auf den Ventilteller 33 ein nicht näher dargestellter vorgespannter Federmechanismus mit einer in Öffnungsrichtung 16 und einer in Schließrichtung 15 wirkenden Ventilsfeder. Die Ventilsfedern können beide in Öffnungsrichtung 16 vor dem Schließmagneten 5 oder nach dem Öffnungsmagneten 6 angeordnet sein. Ferner ist möglich, daß die in Schließrichtung 15 auf das Gaswechselventil 7 wirkende Ventilsfeder in Öffnungsrichtung 16 vor dem Schließmagneten 5 und die in Öffnungsrichtung 16 wirkende Ventilsfeder in Öffnungsrichtung 16 nach dem Öffnungsmagneten 6 angeordnet ist.

Zur induktiven Positions-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsmessung des Ankers 11 und des Gaswechselventils 7 während des Betriebs des Aktuators 30 ist der Ventilschaft 12 mit seinem vom Ventilteller 33 abgewandten Ende 8 in einer ersten separaten Meßspule 1 eines Wegsensors 36 verschiebbar. Erfindungsgemäß ist im Bereich der ersten Meßspule 1 eine zweite Meßspule 2 angeordnet, mit der Störgrößen, wie Temperaturschwankungen, Magnetfelder usw. durch eine entsprechende Auswertschaltung 3 (Fig. 3) kompensierbar sind.

Die Meßspulen 1, 2 besitzen die gleichen Abmessungen und sind auf die gleiche Weise, aus den gleichen Materialien hergestellt, und zwar sind die Meßspulen 1, 2 von jeweils einer durch einen Laser spulenförmig aufgetrennten, nicht näher dargestellten metallischen Schicht gebildet. Die Meßspulen 1, 2 sind in Bewegungsrichtung 15, 16 des Ankers 11 koaxial hintereinander auf einem gemeinsamen Keramikträger 4 aufgebracht. Der Keramikträger 4 ist mit einem Ende fest mit dem Schließmagneten 5 verbunden. Die Meßspulen 1, 2 sind außerhalb des Schließmagneten 5 in einem im wesentlichen magnetfeldfreien Bereich angeordnet.

Taucht der Ventilschaft 12 in die erste Meßspule 1 ein, verändern sich dadurch deren elektrische Eigenschaften, und zwar insbesondere deren Induktivität. Die Meßspulen 1, 2 sind als Spannungsteiler mit einem ersten Anschluß 22 für die erste Meßspule 1, einem zweiten Anschluß 23 für die zweite Meßspule 2 und einem gemeinsamen Anschluß 24 zusammengeschaltet (Fig. 2). Ferner ist ein Kondensator 25 und ein Widerstand 27 parallel zur ersten und zur zweiten Meßspule 1, 2 an den ersten Anschluß 22 und an den zweiten Anschluß 23 geschaltet. Die Kapazität des Kondensators 25 ist so gewählt, daß sich ein Resonanzkreis mit einer Resonanzfrequenz einstellt, die der Frequenz einer am ersten und zweiten Anschluß 22, 23 angelegten Spannung 26 entspricht. Damit kann die aufgenommene Leistung minimiert werden. Der Widerstand 27 führt dazu, daß sich die Impedanz der Anordnung bei Resonanzfrequenz reduziert und somit die Empfindlichkeit gegenüber Schwankungen der angelegten Spannung 26 sinkt.

Die an den Anschlüssen 22, 23, 24 abgegriffenen Spannungen 34, 35 und ihr Verhältnis zueinander werden durch das Eintauchen des Ventilschafts 12 beeinflusst und zur Positionsmessung des Ankers 11 und des Gaswechselventils 7 ausgewertet.

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt einer Auswertschaltung 3 dargestellt, die mit dem Wegsensor 36 aus Fig. 2 verbunden ist. Ein Oszillator 37 erzeugt eine Betriebsfrequenz von ca. 5 MHz. Die Amplitude wird in einem Begrenzer 38 auf die durch eine Spannungsreferenz 39 vorgegebene Spannung oder ein Vielfaches dieser Spannung eingestellt. Ein Puffer 40 legt die Spannung an den Anschluß 23 an. Der Anschluß 22 dient als Bezugspunkt für die Schaltung.

Die Spannung an dem gemeinsamen Anschluß 24 wird über einen Verstärker 41 oder Impedanzwandler auf einen Filter 29 geführt, der auf die Betriebsfrequenz des Sensors 36 eingestellt ist.

Der Filter 29 ist so dimensioniert, daß kleine Abweichun-

gen der Betriebsfrequenz keine meßbaren Auswirkungen auf die Ausgangsamplitude haben. Er dient damit der Vorfilterung des Signals, d. h. daß Störgrößen, deren Frequenz weit oberhalb oder weit unterhalb der Oszillatorfrequenz liegen, stark gedämpft werden.

Das Ausgangssignal des Filters 29 wird in einen Multiplizierer bzw. Synchrongleichrichter 28 geführt und mit dem Spannungssignal aus dem Oszillator 37 multipliziert. Durch die Multiplikation bzw. durch die Demodulation erfolgt eine Mischung der Frequenzen aus dem gefilterten Eingangssignal am Ausgang des Filters 29 mit der den Sensor 36 anregenden Frequenz des Oszillators 37, bei der sowohl die Summe als auch die Differenz der Frequenzen aus beiden Signalen entstehen. Die Amplituden der Signalanteile sind weiterhin proportional zum Eingangssignal. Das modulierte Signal bzw. das Nutzsignal besitzt eine modulierte Amplitude und dieselbe Frequenz wie der Oszillator 37. Die Frequenz des Nutzsignals wird durch die Mischung an der Betriebsfrequenz gespiegelt und dadurch auf die Frequenz $f = 0$ geschoben. Maßgebliche Störsignale der Elektromagneten 5, 6, beispielsweise der Schaltfrequenzen usw., liegen bei ca. 20 kHz und darunter. Durch die Mischung werden die Frequenzen der Störsignale an der Betriebsfrequenz von 5 MHz gespiegelt und deutlich über einem MHz. abgebildet. Die Störsignale werden auf $f = f_{(\text{Oszillator})} - f_{(\text{Stör})}$ umgerechnet. Das durch die Multiplikation gewonnene Produkt wird über einen Tiefpaßfilter 42 gefiltert, wodurch Anteile, die durch Störungen hervorgerufen wurden, und alle Summenfrequenzen unterdrückt werden. Die Wirkung des Multiplizierers 28 und des Tiefpaßfilters 42 entspricht der eines schmalbandigen Bandpaßfilters, dessen Mittenfrequenz stets genau auf den Oszillator 37 abgestimmt ist, und einer Gleichrichtung. Das Verfahren ist grundsätzlich bekannt unter dem Namen Synchrondemodulation.

Das am Ausgang des Tiefpaßfilters 42 zur Verfügung stehende Meßsignal wird über eine Ausgangsstufe 43 über einen Ausgang 44 als Strom- oder Spannungswert zu einer nicht näher dargestellten Auswerteinheit weitergeleitet. Die angelegte Spannung 26 wird konstant gehalten und die Spannung 35 durch die Auswerterschaltung 3 ausgewertet. In der nicht näher dargestellten Auswerteinheit können Störgrößen auf verschiedene, dem Fachmann als geeignet erscheinende Berechnungsverfahren kompensiert werden, beispielsweise durch Bildung der Differenz der Spannungen 34 und 35, des Quotienten usw. Die Auswertung kann vorteilhaft mit kostengünstigen Standardhalbleiterbauteilen realisiert werden, die in großen Stückzahlen hergestellt werden, beispielsweise mit Standard CMOS-Integrationstechniken.

In Fig. 4 und 5 sind Varianten dargestellt, die jeweils einen Ventilschaft 13, 14 besitzen, die am vom Ventilteller 33 entfernten Ende 9, 10 in axialer Richtung Bereiche 17, 18, 19 mit einem großen Durchmesser und Bereiche 20, 21 mit einem kleinen Durchmesser aufweisen. Im wesentlichen gleichbleibende Bauteile sind grundsätzlich mit den gleichen Bezugszeichen bezieht. Die Bereiche 18, 19 besitzen die gleiche Länge wie die Meßspulen 1, 2. Die Ventilschäfte 13, 14 tauchen in beide Meßspulen 1, 2 ein und erzeugen von der dargestellten Mittenlage des Ankers 11 aus symmetrische Kennlinien.

Das dargelegte erfindungsgemäße Prinzip kann abweichend von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel auch in einem anderen Zusammenhang als mit der Gaswechselventilsteuerung von Brennkraftmaschinen eingesetzt werden, in denen die einfache und/oder genaue Erfassung der Position eines elektromagnetisch betätigten Stellorgans notwendig ist.

Ein möglicher weiterer Einsatzbereich sind elektrohy-

draulische Ventile. Im in Fig. 6 dargestellten Hydraulikgehäuse 55 ist das als Schieber ausgebildete Stellorgan 56 beweglich angeordnet. Die Mittellage des Schiebers wird durch die beiden Federn 53 und 54 vorgegeben. Der Schieber wird durch einen elektromagnetischen Aktor, der mit den beiden Spulen 50 und 51 und dem mit den Spulen 50 und 51 in Wirkverbindung tretenden Anker 52 gebildet ist, betätigt. Der Schieber steuert den Fluß des Hydrauliköls durch die Kanäle 57a, 57b, 57c und 57d.

Die Meßspulen 1 und 2 sind coaxial zum Schieber angeordnet und umgeben ein aus dem Hydraulikgehäuse 55 auskragendes freies Ende des Schiebers, welches gegenüber den Meßspulen relativ verschieblich ist. Das freie Ende verfügt über einen Schaft 14 und die lokale Verdickung 19. Die Verarbeitung der von den Spulen 1 und 2 gelieferten Signale sowie besondere Ausgestaltungen der Meßanordnung erfolgt entsprechend der vorangegangenen Beschreibung.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem elektromagnetischen Aktuator zur Betätigung eines in Längsrichtung verschiebbaren Stellorgans, der mindestens einen Elektromagneten besitzt, der direkt oder indirekt auf das Stellorgan wirkt, wobei die Position des Stellorgans mittels einer ersten separaten Meßspule eines induktiven Wegsensors meßbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Bereich der ersten separaten Meßspule (1) zumindest eine zweite separate Meßspule (2) angeordnet ist, mit der Störgrößen durch eine entsprechende Auswerterschaltung (3) kompensierbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stellorgan als Gaswechselventil einer Brennkraftmaschine ausgebildet ist, daß der Aktuator über zwei Elektromagnete verfügt, zwischen deren Polflächen ein Anker verschiebbar angeordnet ist, der direkt oder indirekt auf das Stellorgan wirkt, und daß das Stellorgan mit einem in axialer Richtung wirkenden, vorgespannten Federmechanismus beaufschlagbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßspulen (1, 2) die gleichen Abmessungen aufweisen und/oder auf die gleiche Weise, aus den gleichen Materialien hergestellt sind.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßspulen (1, 2) von jeweils einer spulenförmig aufgetrennten stromleitenden Schicht gebildet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die stromleitende Schicht auf einen Träger (4) aus Keramik aufgebracht ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßspulen (1, 2) auf einem gemeinsamen Träger (4) aufgebracht sind.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßspulen (1, 2) innerhalb eines im wesentlichen magnetfeldfreien Bereichs des oder jedes Elektromagneten (5, 6) angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßspulen (1, 2) im Bereich des Stellorgans (33) fernem Endes (8, 9, 10) eines Ankerschafts oder eines Ventilschafts (12, 13, 14) angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das mit dem Anker (11) verbundene Bauteil einstückig mit dem Ankerschaft oder mit dem Ven-

tiltschaft (12, 13, 14) ausgeführt ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspulen (1, 2) in Bewegungsrichtung (15, 16) des Ankers (11) coaxial hintereinander angeordnet sind und der Ankerschaft oder der Ventilschaft (13, 14) am Stellorgan (33) fernen Ende (9, 10) in axialer Richtung zumindest einen Bereich (17, 18, 19) mit einer großen und zumindest einen Bereich (20, 21) mit einer kleinen Querschnittsfläche aufweist und in beide Meßspulen (1, 2) eintaucht.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich (18, 19) mit der großen Querschnittsfläche gleich lang ist wie jeweils die Meßspulen (1, 2).

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßspulen (1, 2) als Spannungsteiler mit einem ersten Anschluß (22) für die erste Meßspule (1), einem zweiten Anschluß (23) für die zweite Meßspule (2) und einem gemeinsamen Anschluß (24) zusammengeschaltet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kondensator (25) parallel zur ersten und zur zweiten Meßspule (1, 2) an den ersten Anschluß (22) und an den zweiten Anschluß (23) geschaltet ist, dessen Kapazität so gewählt ist, daß sich ein Resonanzkreis mit einer Resonanzfrequenz einstellt, die ungefähr der Frequenz einer am ersten und am zweiten Anschluß (22, 23) angelegten Spannung (26) entspricht.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Widerstand (27) parallel zur ersten und zur zweiten Meßspule (1, 2) an den ersten Anschluß (22) und an den zweiten Anschluß (23) geschaltet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die am gemeinsamen Anschluß (24) der Meßspulen (1, 2) abgegriffene Spannung vor einem Synchrongleichrichter (28) direkt oder indirekt auf einen Vorfilter (29) geführt ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die erste Meßspule länger ist als die zu messende Strecke.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die erste Meßspule zu den Enden hin eine dichtere Wicklung aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die erste Meßspule auf einem Träger aufgebracht ist, dessen Durchmesser zu den Enden der Meßspule abnimmt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

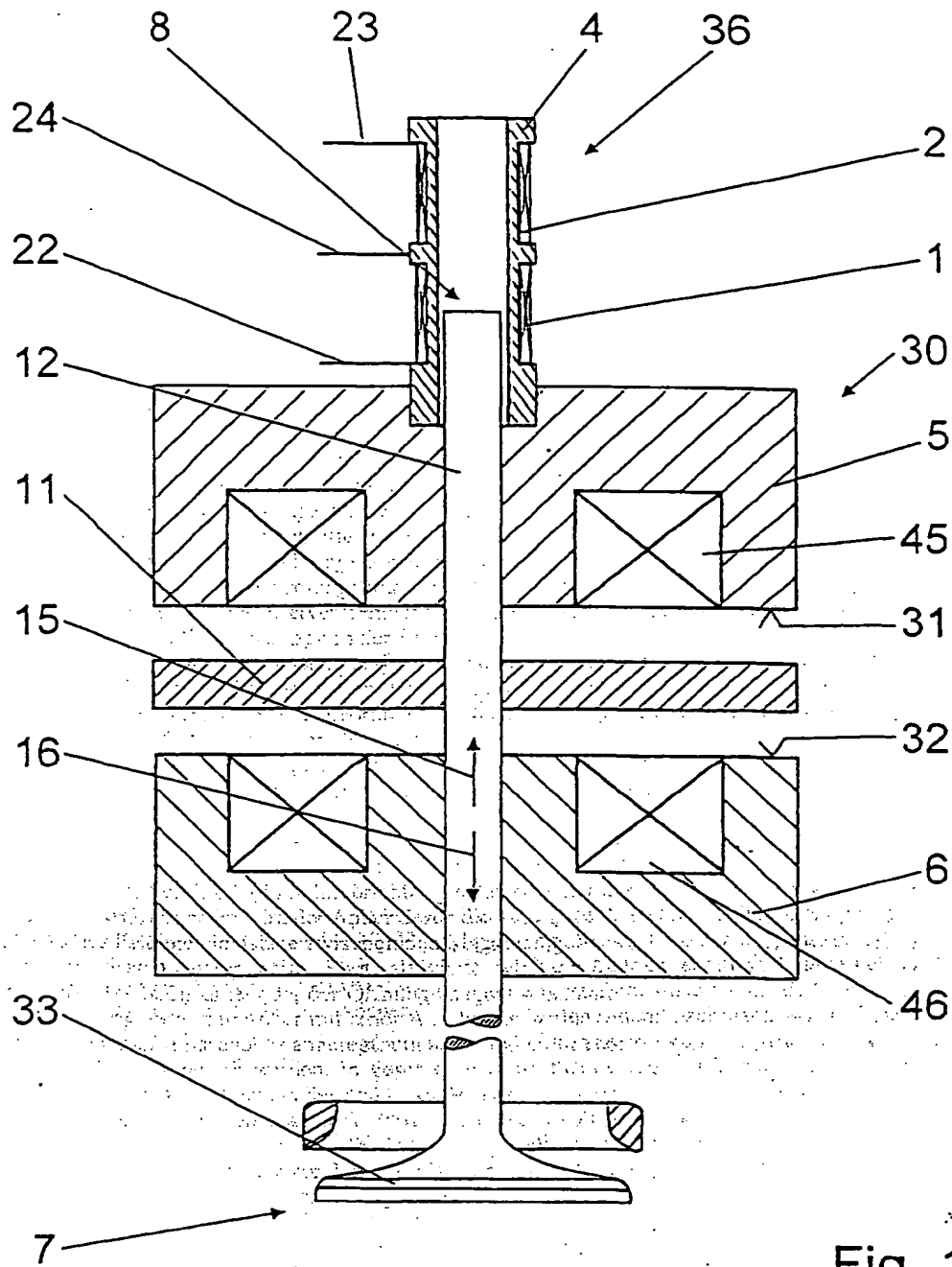


Fig. 1

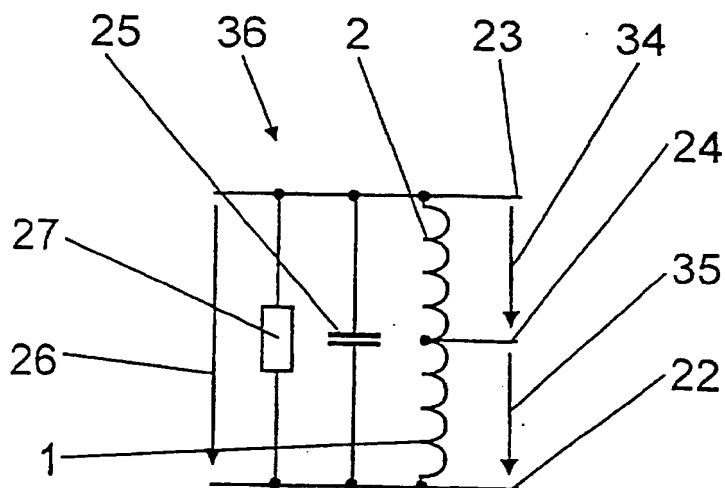


Fig. 2

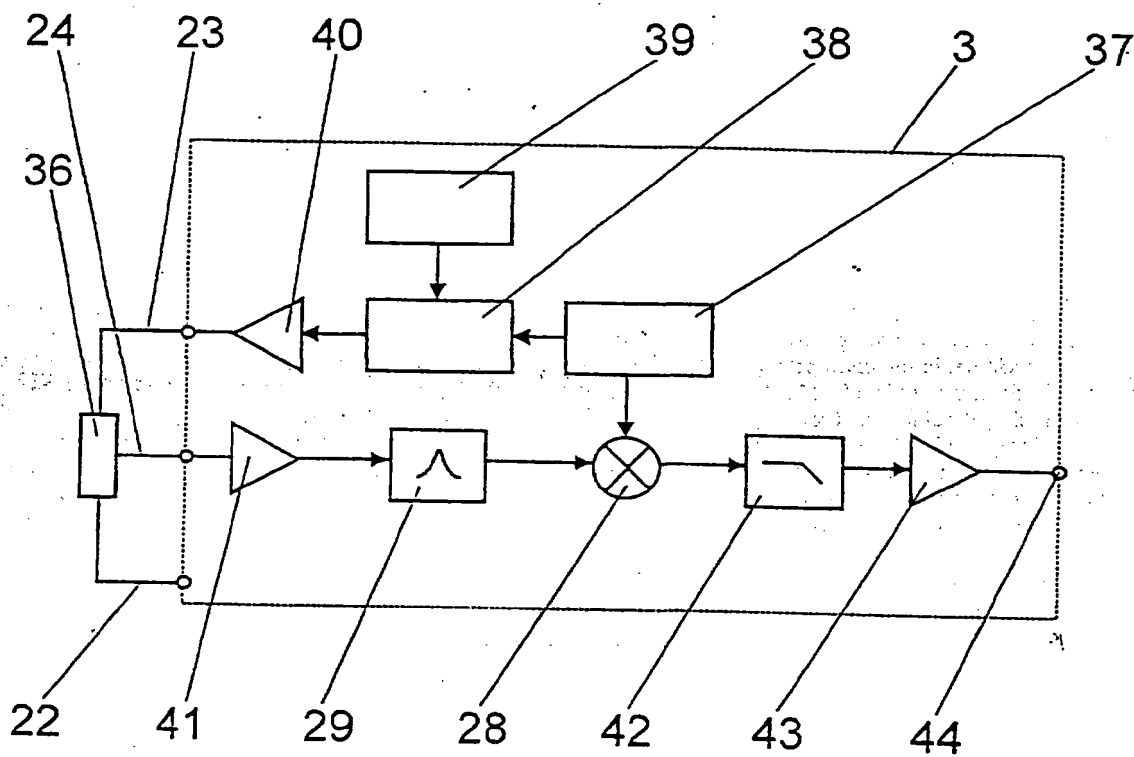


Fig. 3

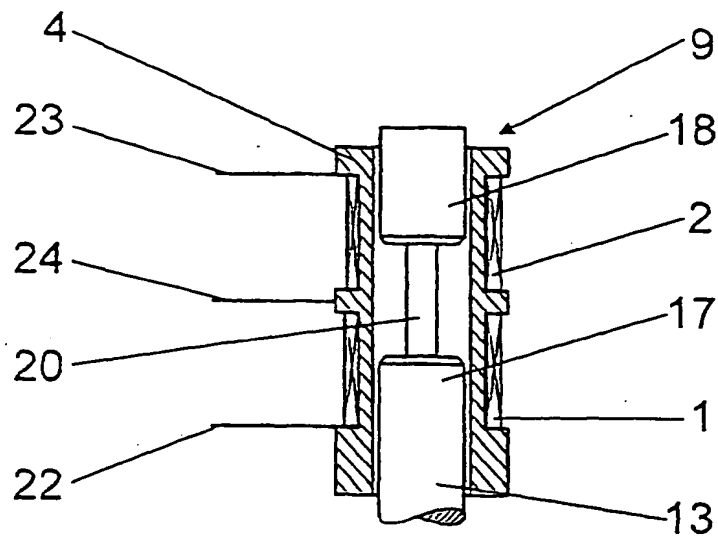


Fig. 4

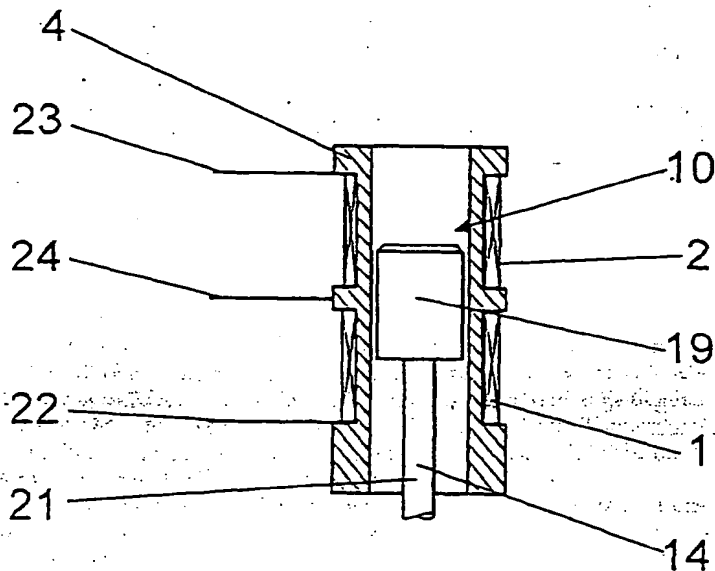


Fig. 5

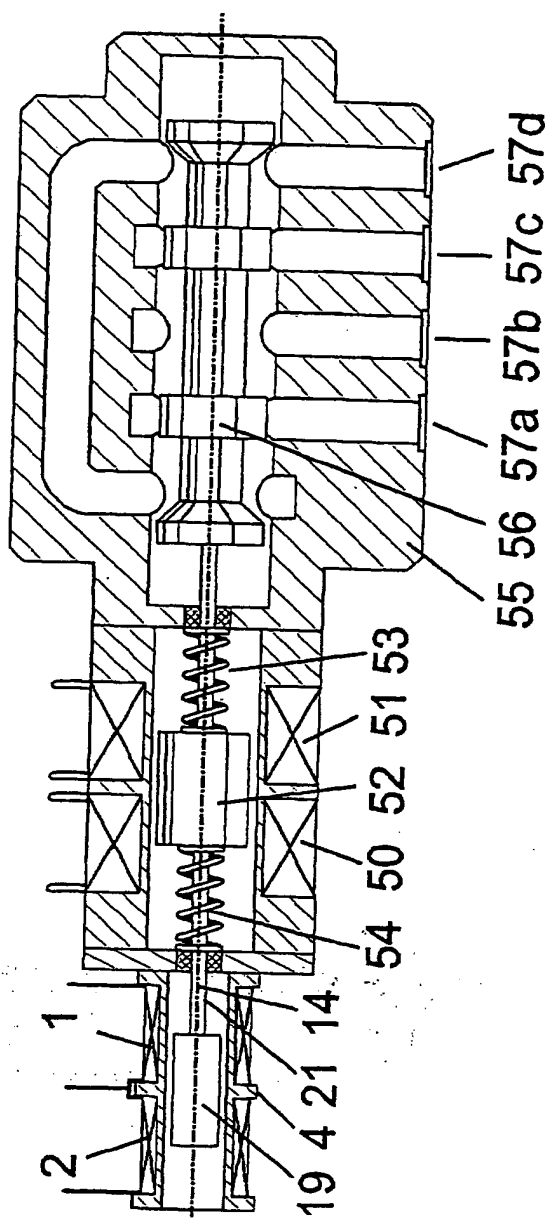


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)